



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FILIPE JOÃO MACIEL DOS SANTOS

**ANÁLISE DO INDICADOR DE EFICIÊNCIA
GLOBAL DO EQUIPAMENTO EM LINHA DE
ENVASE DE TINTA LÁTEX**

Recife

2024

Análise do indicador de Eficiência Global do Equipamento em linha de envase de tinta látex

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Produção da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção

Orientador (a): João Mateus M. Santana

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Santos, Filipe João Maciel dos.

Análise do indicador de eficiência global do equipamento em linha de
envase de tinta látex / Filipe João Maciel dos Santos. - Recife, 2024.
44 p. : il., tab.

Orientador(a): João Mateus Marques de Santana

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia de Produção -
Bacharelado, 2024.

Inclui referências, apêndices.

1. OEE. 2. Overall Equipment Effectiveness. 3. Eficiência. 4.
Produtividade. 5. Linha de envase. I. Santana, João Mateus Marques de.
(Orientação). II. Título.

670 CDD (22.ed.)

FILIPPE JOÃO MACIEL DOS SANTOS
Análise do indicador de Eficiência Global do Equipamento em linha de
envase de tinta látex

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Produção da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção.

Aprovado em: 10/10/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. João Mateus M. Santana, DSc
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Denise Dumke de Medeiros, Docteur
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Cristiano Alexandre V. Cavalcante, DSc
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico a todas as pessoas que contribuíram com minha jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de estar no mundo e vivenciar experiências únicas, entre elas, a jornada acadêmica da graduação. À minha família, expresso minha profunda gratidão pelo apoio inabalável ao longo dos anos que culminaram na conclusão deste trabalho. Aos dedicados mestres da educação, sou imensamente grato pelo conhecimento transmitido na área de engenharia de produção, conhecimento este que não apenas aplico profissionalmente, mas que também enriquece minha jornada pessoal.

RESUMO

A implementação de indicadores de desempenho é essencial para otimizar o funcionamento de qualquer fábrica. No caso da indústria de tintas em questão, o OEE (Indicador de Desempenho Global do Equipamento) foi introduzido com o propósito de aprimorar o processo de envase, especificamente na linha de produção de látex. Com o apoio da área industrial, focou-se na implementação deste indicador de eficiência, visando identificar e resolver problemas tanto visíveis quanto ocultos na operação da fábrica. A análise inicial revelou diversos obstáculos ao desempenho eficiente da linha de envase. Por meio da aplicação de equações específicas, foi possível quantificar as perdas de tempo que impactavam diretamente a produtividade operacional. Essa abordagem criteriosa proporcionou uma visão mais clara dos desafios enfrentados, possibilitando a formulação de estratégias de melhoria direcionadas. Com base nas análises realizadas e na compreensão aprofundada do processo, foram elaborados planos de ação para mitigar os desperdícios e aumentar a eficiência da linha de envase. Como resultado dessas iniciativas, a eficiência final da linha foi aprimorada significativamente, alcançando uma taxa de 69%. Essa abordagem sistemática e focada demonstra como a implementação de indicadores de desempenho pode ser uma ferramenta poderosa para impulsionar a eficiência operacional em ambientes industriais.

Palavras-chave: OEE; Overall Equipment Effectiveness; Eficiência; Produtividade; Linha de envase.

ABSTRACT

The implementation of performance indicators is essential to optimize the operation of any factory. In the case of the paint industry in question, the OEE (Overall Equipment Efficiency) indicator was introduced with the purpose of enhancing the filling process, specifically in the latex production line. With the support of the industrial department, the focus was on implementing this efficiency indicator to identify and address both visible and hidden issues in the factory's operation. The initial analysis revealed several obstacles to the efficient performance of the filling line. Through the application of specific equations, it was possible to quantify the time losses that directly impacted operational productivity. This meticulous approach provided a clearer view of the challenges faced, enabling the formulation of targeted improvement strategies. Based on the analyses conducted and a deep understanding of the process, action plans were developed to mitigate waste and increase the efficiency of the filling line. As a result of these initiatives, the final efficiency of the line was significantly improved, reaching a rate of 69%. This systematic and focused approach demonstrates how the implementation of performance indicators can be a powerful tool to boost operational efficiency in industrial environments.

Keywords: OEE; Overall Equipment Effectiveness; Efficiency; Productivity; Filling Line.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Ilustração do método de cálculo do OEE	20
Figura 2 –	Vista superior da linha de envase	26
Figura 3 –	Fluxograma do processo de envase	26
Figura 4 –	Lista de códigos de paradas	44
Gráfico 1 –	Perda de Disponibilidade	28
Gráfico 2 –	Ofensores da perda de Disponibilidade	28
Gráfico 3 –	Perda de Utilização	30
Gráfico 4 –	Ofensores da perda de Utilização	30
Gráfico 5 –	Perda de Desempenho	32
Gráfico 6 –	Ofensores da perda de Desempenho	32
Gráfico 7 –	Volume de envase	34
Gráfico 8 –	Resultado do OEE	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de preenchimento da equipe de envase	43
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	13
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivo geral	14
1.2.2	Objetivo específico	14
1.3	METODOLOGIA	14
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	A IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DA MANUFATURA	16
2.2	O CONCEITO E A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING	16
2.3	A INTRODUÇÃO E A IMPORTÂNCIA DO OEE NA MEDIÇÃO DA EFICIENCIA	17
2.4	A IMPLEMENTAÇÃO E ADAPTAÇÃO DO OEE NO CONTEXTO DE UMA FÁBRICA DE TINTAS	17
2.5	BENEFÍCIOS DO USO DO OEE E IMPACTOS NA GESTÃO DA EFICIÊNCIA GLOBAL	20
3	METODOLOGIA	22
4	ESTUDO DE CASO	23
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	23
4.2	ETAPAS DA PESQUISA	23
4.3	RECURSOS UTILIZADOS	24
4.4	LINHA DE ENVASE	25
4.5	LEVANTAMENTO DE DADOS	27
4.5.1	Perda de disponibilidade	27
4.5.2	Perda de utilização	29

		12
4.5.3	Perda de desempenho	31
4.6	ANÁLISE DO OEE	34
5	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIA	39
	APÊNDICE	43

1. INTRODUÇÃO

O setor tintas e revestimentos tem apresentado um crescimento, de acordo com a ABRAFATI (2023), as vendas cresceram 3,4% em 2023. O crescimento da construção civil impacta positivamente a produção de tintas, pois a finalização das obras depende dos produtos de revestimento e pintura para seu acabamento. Isso implica dizer que o crescimento da fabricação de tintas é proporcional ao crescimento do número de reformas, ampliações e novas construções.

Ainda conforme a ABRAFATI (2023), o que contribuiu para o aumento da demanda foi a mudança de comportamento do consumidor. Durante o período da pandemia do COVID-19 as pessoas passaram a ficar mais tempo em sua residência o que estimulou a renovação do ambiente para seu bem estar. Isso impactou positivamente o ramo de tintas e revestimentos com o aumento da demanda.

Com o aumento do mercado, isso também exige das empresas de tintas e revestimentos um aumento da sua produção para atendimento ao cliente. A fim de tornar seus processos mais eficientes e produtivos, se faz necessário a otimização desses processos.

No processo de fabricação de tintas existem várias etapas e uma delas é o envase, onde a tinta é inserida na embalagem e segue para o mercado consumidor. Essa é fase final da fabricação e quanto mais rápido for o envase maior será a produção. Para entender os gargalos e melhorias dessa etapa de produção, é necessário ter métricas e indicadores que evidenciem as dificuldades e pontos de melhorias. Por isso, esse estudo se dedicou a analisar a linha de envase de uma fábrica de tintas e revestimentos, localizada no Nordeste e que possui mercado em todo o país.

1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Segundo Cesarotti et al. (2013), Overall Equipment Effectiveness (OEE) é uma métrica amplamente reconhecida para medir a produtividade de equipamentos. Através da implementação desse indicador na empresa estudada, será possível monitorar e avaliar com precisão a disponibilidade, desempenho e qualidade dos equipamentos. Essa abordagem técnica possibilitará à empresa identificar perdas, otimizar o uso dos recursos e promover a melhoria contínua da eficiência operacional.

Do ponto de vista econômico, a adoção do OEE contribuirá para aumentar a produtividade sem a necessidade de novos investimentos em maquinário, ao identificar as perdas nos equipamentos e facilitar a criação de planos de ação direcionados. A eliminação dessas ineficiências resultará em uma melhor utilização dos recursos

disponíveis, redução de custos operacionais e aumento da rentabilidade. Isso será alcançado por meio da maximização da eficiência dos equipamentos, refletindo diretamente em uma produção mais ágil e econômica.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Assim, o objetivo geral é analisar a implementação do indicador de Eficiência Global do Equipamento (OEE) para medir a eficiência operacional da linha de envase de uma indústria do ramo de tintas e revestimentos, visando identificar oportunidades de melhoria e otimização do processo produtivo.

1.2.2 Objetivo Específico

Com a implantação do OEE e análise do indicador os objetivos específicos passam a ser a seguinte sequência:

1. Identificar perdas e gargalos na linha de produção: a implantação do OEE como ferramenta irá auxiliar na detecção das principais fontes de perdas, como paradas não planejadas, redução de velocidade.
2. Analisar os tempos de paradas e suas causas: com base nos resultados coletados com o indicador, OEE, classificar as paradas na linha de produção para entender os principais motivos da ineficiência.
3. Elaborar e implantar planos de ação: Com base na análise realizada, propor algumas ações que não necessitem de investimentos para serem realizadas.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia a ser utilizada é o método dedutivo, criado pelo filósofo grego Aristóteles, partindo do geral para o particular e se adaptando a ferramenta, (OEE). Sua natureza, estudo de caso, é combinada, terá abordagem quantitativa mais dominante que a qualitativa. A abordagem quantitativa será medida pelos tempos coletados para obter os resultados em percentagem do (OEE). A abordagem qualitativa será feita por meio de entrevistas com os operadores das linhas para entender as dificuldades enfrentadas e ouvir as sugestões de melhorias por eles apresentadas.

A técnica que será utilizada será o Estudo de caso, que busca analisar de forma aprofundada os principais ofensores da linha de envase e assim entender de forma ampla e detalhada o conhecimento sobre o indicador que tenta deixar de forma clara a

razão pela qual decisões foram tomadas, assim como sua execução e o que alcançou (YIN, 2001).

O estudo será caracterizado como caso único que não se subdivide. Sendo do tipo explanatório, que vai buscar explicar o fenômeno através das variáveis do indicador de desempenho do OEE. Com o andamento da implementação, foram identificadas outras variáveis que influenciavam na eficiência da linha de envase e que foram estudadas a fim de serem mitigadas.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O estudo de caso é estruturado da seguinte forma: o capítulo 2 aborda o referencial teórico, o capítulo 3 apresenta a metodologia empregada, o capítulo 4 descreve o desenvolvimento do estudo de caso. No Capítulo 5, são apresentadas as conclusões, seguidas das referências bibliográficas e dos apêndices.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A importância da medição de desempenho na manufatura

No atual contexto global, é fundamental que as empresas compreendam o desempenho de seus processos e saibam gerenciá-los de forma eficaz. A sobrevivência e o crescimento de uma empresa dependem da avaliação de diversas competências, incluindo qualidade e produtividade (MIRANDA, 2002). Como destacado por Edwards Deming, a falta de dados deixa uma empresa sem direção clara. De acordo com Neely (1995), análise e medição de desempenho envolvem quantificar ações e resultados, com sistemas de medição que avaliam a eficiência e eficácia das atividades por meio de métricas variadas. Esses sistemas podem ser analisados em diferentes níveis, desde medidas individuais até o ambiente operacional mais amplo (Neely et al., 2005).

Além disso, os indicadores de desempenho desempenham um papel vital no planejamento e controle dos processos. Eles permitem o estabelecimento de metas, direcionando a análise crítica do desempenho para a tomada de decisões e o planejamento futuro (Takashina e Flores, 1996). Conforme Lages e França (2010), a análise de um único indicador não proporciona uma compreensão abrangente da complexidade de uma fábrica, mas esses indicadores possibilitam a identificação do impacto de partes específicas do processo, observando melhorias resultantes dos dados fornecidos.

Um dos principais propósitos na definição de indicadores de desempenho organizacional é promover a melhoria contínua dos processos, com o objetivo de aprimorar o desempenho das atividades realizadas (CARIDADE, 2006). Segundo Godoy (2009), os indicadores de desempenho representam um ou mais aspectos da realidade e buscam expressar informações relevantes para a organização.

2.2 O conceito e a aplicação da metodologia Lean Manufacturing

O Lean Manufacturing, também conhecido como Sistema Toyota de Produção, teve sua origem no Japão no período pós-Segunda Guerra Mundial, como uma resposta à demanda crescente por flexibilidade no mercado e à intensificação da concorrência. O sistema foi concebido pelo engenheiro Taiichi Ohno, sendo seu princípio central concentrar-se na eficiência da produção, eliminando de forma sistemática qualquer tipo de desperdício (SHINGO, 1996). A ideia é garantir que o produto seja fabricado na quantidade certa, no momento adequado, conforme a demanda do cliente, e que o fluxo de materiais no processo produtivo ocorra sem interrupções.

A manufatura enxuta visa à eliminação de desperdícios no processo produtivo por meio da melhoria contínua e da qualidade (Holweg, 2007). Os desperdícios incluem superprodução, defeitos, transporte desnecessário, estoque excessivo, espera, movimentos desnecessários, retrabalho, excesso de processamento e desconhecimento do processo. Em síntese, a manufatura enxuta é uma abordagem de melhoria contínua que resulta na redução de custos, melhor desempenho e maior produtividade (Herron e Hicks, 2008).

O papel do Lean Manufacturing não se limita apenas à eliminação de desperdícios, mas também envolve a melhoria contínua dos processos para alcançar a eficiência operacional. Isso foi evidenciado no Japão, quando a metodologia foi adotada após a Segunda Guerra Mundial como parte da reconstrução do país. Um dos principais elementos dessa abordagem é a introdução do OEE (Overall Equipment Effectiveness), que mede a eficiência global do equipamento e foi incorporado ao TPM (Total Productive Maintenance) por Seichii Nakajima (CHIARADIA, 2004).

2.3 A introdução e importância do OEE na medição de eficiência

O OEE é um indicador utilizado para avaliar a eficiência global de um equipamento. Incorporado ao TPM (Total Productive Maintenance), ele mede três parâmetros principais: disponibilidade, performance e qualidade. A fórmula original do OEE, conforme Nakajima, avalia a eficiência de uma máquina em termos percentuais. Esse indicador é relevante porque oferece uma visão clara da utilização dos equipamentos, ajudando a identificar gargalos e áreas que necessitam de melhorias.

Em um contexto de melhoria contínua, o OEE é fundamental para medir as perdas no processo e orientar ações corretivas. Empresas que adotam o TPM, como observado por Nakazato (1999), alcançam benefícios tangíveis como a melhoria do ambiente de trabalho, a redução de falhas e o aumento da produtividade. O TPM integra todos os colaboradores da organização, desde a alta administração até a linha de frente, e é implementado por meio de pequenos grupos que visam à eficiência global.

O OEE não apenas avalia a eficiência do equipamento, mas também se desdobra em métricas que podem ser usadas para identificar perdas específicas em áreas como custo, volume e gestão da produção (Nakazato, 1999). Isso confere ao OEE um papel estratégico, focando na redução de custos e na melhoria da competitividade.

2.4. A implementação e adaptação do OEE no contexto de uma fábrica de tintas

Os critérios considerados para a elaboração do indicador incluem disponibilidade, eficiência, qualidade. A disponibilidade refere-se ao tempo total em que

o processo ocorre sem interrupções imprevistas. O critério de eficiência compara a velocidade ideal com a velocidade real, sendo que as perdas impactam diretamente nos atrasos do processo. Quanto à qualidade, é avaliada a proporção de atendimento adequado aos padrões do processo (JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M., 1999).

Apesar de considerar os parâmetros de disponibilidade, desempenho e qualidade, há outros elementos que influenciam na eficácia do processo, como a utilização de materiais e o ambiente de produção (logística, equipe de trabalho, almoxarifado), que não são diretamente avaliados. Por essa razão, estudos acadêmicos têm sido conduzidos para ampliar o escopo do OEE para abranger todo o processo ou a fábrica (GARZA-REYES, 2015).

No caso específico da fábrica de tintas estudada, o OEE foi adaptado para mensurar com maior precisão os desvios de tempo durante o processo de envase. O cálculo original do OEE é baseado na multiplicação das seguintes métricas: Desempenho, Qualidade e Disponibilidade.

$$\text{OEE} = \text{Desempenho} \times \text{Qualidade} \times \text{Disponibilidade} \quad (1)$$

Na adaptação realizada para atender às necessidades da fábrica e mensurar os desvios de tempo, o cálculo do OEE foi direcionado para que o resultado evidencie claramente onde ocorreram os maiores ofensores de perdas em cada métrica. Cada métrica tem a sua equação, conforme apresentado abaixo:

$$\text{Tempo disponível (min)} = \text{Tempo total (min)} - \text{Paradas Programadas (min)} \quad (2)$$

O tempo disponível para o envase é calculado subtraindo-se as paradas programadas, que são definidas pela liderança em conformidade com a estratégia estabelecida. Dessa forma, a segunda equação reflete o tempo em que, teoricamente, a linha de envase deveria operar sem interrupções.

$$\text{Tempo útil (min)} = \text{Tempo disponível (min)} - \text{Paradas Não Programadas (min)} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{(\text{Tempo disponível (min)} - \text{Paradas Não Programadas (min)})}{(\text{Tempo total (min)} - \text{Paradas Programadas (min)})} \quad (4)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Útil (min)}}{\text{Tempo Disponível (min)}} \quad (4.1)$$

O tempo útil, ou tempo de utilização da linha, corresponde ao período efetivo em que não houve paradas que interrompessem o processo de envase.

$$Desempenho = \frac{\text{Tempo de envase (min)}}{\text{Tempo teórico de envase (min)}} \quad (5)$$

A perda de qualidade não foi considerada no cálculo, devido à metodologia de fabricação adotada pela fábrica. A produção de tintas ocorre em tanques que seguem uma ordem de produção (OP) rigorosamente alinhada às normas de qualidade estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). A ABRAFATI (Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas) também desempenha um papel ativo na elaboração de normas técnicas para a indústria, fornecendo diretrizes e boas práticas que garantem a qualidade dos produtos. Quando a tinta armazenada nos tanques atende a essas exigências normativas, o laboratório de controle de qualidade da empresa libera o produto para o envase, o que elimina a possibilidade de perdas relacionadas à qualidade no processo de envase. Assim, a qualidade do envase é considerada perfeita, com um resultado de 100%.

Diante disso, o cálculo do OEE seguiu a seguinte função:

$$OEE = \frac{\text{Tempo de envase (min)}}{\text{Tempo teórico de envase (min)}} \times 1x \frac{\text{Tempo útil (min)}}{\text{Tempo Disponível (min)}} \quad (6)$$

Para fins de medição, o tempo perdido foi inserido em minutos, como demonstram as equações logo abaixo, equações essas que serão discutidas mais adiante no estudo de caso.

$$\text{Perda de disponibilidade (min)} = \text{Paradas Programadas (min)} \quad (7)$$

$$\text{Perda de Utilização (min)} = \text{Paradas Não Programadas (min)} \quad (8)$$

$$\text{Perda de desempenho (min)} = \text{Tempo de envase (min)} - \frac{\text{Unidades envasadas (und)}}{\text{Velocidade da linha } \left(\frac{\text{und}}{\text{min}}\right)} \quad (9)$$

Na figura seguinte, é possível ver a ilustração do cálculo do OEE e as suas relações entre tempo e paradas programadas e não programadas.

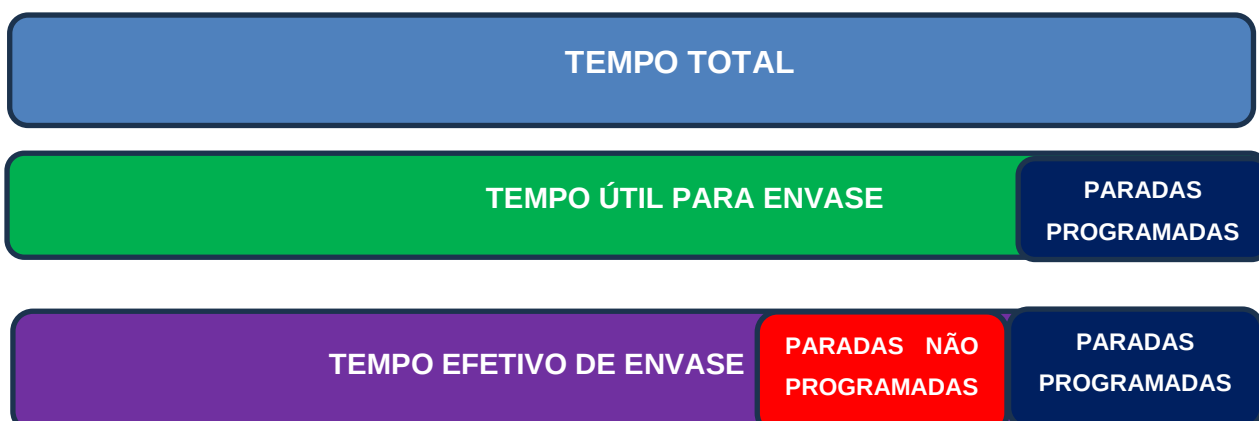


Figura 1 - Ilustração do método de cálculo do OEE

O tempo total é definido de acordo com a estratégia de horário da fábrica, seja para atender à demanda em turnos ou no horário administrativo. O tempo útil de envase é determinado pela subtração dos períodos correspondentes às paradas programadas. Já o tempo efetivo de envase é calculado ao subtrair tanto as paradas programadas quanto as não programadas, resultando no tempo em que a linha esteve efetivamente em operação. Associado ao tempo efetivo de envase, ocorre a perda de desempenho quando a linha não opera em sua capacidade teórica, impactada pelas paradas não programadas.

2.5 Benefícios do uso do OEE e impactos na gestão da eficiência global

A adoção do OEE transcende o papel de um simples indicador de desempenho. Quando utilizado corretamente, o OEE se transforma em uma ferramenta estratégica que otimiza a eficiência das operações e o desempenho das máquinas ao longo de todo o processo produtivo (CHARAF; DING, 2015). Ao medir disponibilidade, desempenho e qualidade, ele fornece uma visão abrangente do uso dos recursos e dos tempos operacionais, o que permite identificar gargalos e perdas de forma precisa.

Além de medir a eficiência global do equipamento, o OEE também auxilia na realização de diagnósticos comparativos entre diferentes unidades ou componentes do sistema produtivo (MAIDEEN et al., 2016). Esses diagnósticos ajudam a sugerir ações corretivas e a implementar melhorias que otimizam o processo de produção.

Conforme Hansen (2006) e Busso (2013), a implementação do OEE é crucial para garantir a eficiência global das instalações, otimizar a vida útil dos equipamentos e assegurar a entrega de produtos de alta qualidade dentro dos prazos estabelecidos. Isso, por sua vez, aumenta a moral dos funcionários e fortalece a cultura de melhoria contínua dentro da organização.

Em última análise, o OEE não é apenas uma métrica operacional, mas uma ferramenta estratégica que pode ser adaptada para fornecer insights detalhados sobre a produção e guiar a organização em sua jornada de melhoria contínua. A sua aplicação em uma fábrica de tintas, por exemplo, pode ser eficaz na identificação de áreas de perda e no direcionamento de iniciativas de otimização.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho será o método dedutivo, que parte de uma premissa geral para uma conclusão específica, conforme estabelecido pelo filósofo grego Aristóteles. Esse método é adequado para a aplicação do Indicador de Eficiência Global do Equipamento (OEE), pois permite que, a partir de princípios amplos sobre eficiência industrial, sejam analisados os resultados e problemas particulares de uma linha de envase específica. O OEE é uma ferramenta utilizada para medir a eficiência produtiva das operações, levando em consideração três grandes fatores: disponibilidade, desempenho e qualidade. Assim, o método dedutivo permite correlacionar essas variáveis com os dados observados na linha de produção em estudo.

A natureza do estudo é de caso combinado, pois envolve tanto uma abordagem quantitativa quanto qualitativa. A abordagem quantitativa será predominante, já que os dados coletados — tempos de operação, paradas e produção — serão analisados em termos percentuais, resultando nos índices de OEE. Essa análise quantitativa é fundamental para medir de maneira objetiva o desempenho da linha de envase, identificar perdas e avaliar melhorias.

Paralelamente, a abordagem qualitativa será realizada através de entrevistas com os operadores da linha de envase. Essas entrevistas visam compreender as dificuldades práticas enfrentadas pelos operadores, bem como captar suas sugestões para a melhoria do processo. Esse componente qualitativo enriquece o estudo, permitindo que se levem em consideração aspectos humanos e operacionais que não são facilmente traduzíveis em números, mas que podem influenciar significativamente a eficiência global.

A técnica utilizada será o Estudo de Caso, que segundo Yin (2001) é apropriado para a investigação de fenômenos complexos inseridos em um contexto real, quando não há uma clara separação entre o objeto de estudo e o ambiente em que ele ocorre. No presente trabalho, o estudo de caso busca uma análise detalhada dos principais ofensores que afetam a eficiência da linha de envase, para que se possa entender suas causas e propor soluções práticas para mitigá-los.

Este estudo será caracterizado como caso único, concentrando-se exclusivamente na linha de envase 03 da fábrica, o que proporciona uma análise mais focada e detalhada. A pesquisa será do tipo explanatória, cujo objetivo é explicar o fenômeno das perdas de eficiência, tendo o OEE como variável central.

Seguindo a definição de Yin (2001), este estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo. No caso, a eficiência operacional da linha

de envase, que ocorre em um contexto real e cujos limites entre o fenômeno (perdas de eficiência) e o contexto (ambiente fabril) nem sempre estão claramente definidos. Esse tipo de pesquisa é adequado para o desenvolvimento de teorias baseadas na prática e experiência, o que torna este estudo não apenas uma análise das condições da linha de envase, mas também uma base para a formulação de estratégias futuras.

Por fim, as técnicas quantitativas e qualitativas usadas neste estudo visam fornecer uma visão abrangente da implementação do OEE, considerando tanto os números objetivos quanto o conhecimento prático e vivenciado pelos operadores da linha de envase. A combinação dessas abordagens oferece um entendimento mais profundo dos desafios enfrentados pela empresa e sugere caminhos concretos para otimizar o desempenho operacional.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização da Empresa

A empresa escolhida em questão para a realização deste estudo de caso atua no setor de tintas e revestimentos imobiliários, sendo uma companhia de grande porte com aproximadamente 400 colaboradores em sua matriz, localizada no Nordeste. A abrangência de suas operações, que atendem a todas as regiões do Brasil, demonstra sua sólida atuação no mercado nacional. Além disso, sua estrutura e volume de produção oferecem um ambiente ideal para a análise da eficiência operacional, possibilitando identificar oportunidades significativas de melhoria e otimização do processo produtivo.

4.2 Etapas da Pesquisa

As etapas seguidas para a realização da pesquisa foram:

- Apresentação da Proposta: Discussão com a liderança da área industrial sobre a importância do indicador OEE para alcançar maior produtividade.
- Escolha do Equipamento: Definição de que a linha de envase seria o foco do estudo.
- Levantamento de Dados: Coleta de dados presencialmente para inserção em uma planilha eletrônica.
- Cálculo do OEE: Inserção dos dados na planilha eletrônica para cálculo da eficiência da linha de envase.

O objetivo da implementação do OEE foi quantificar o tempo improdutivo e identificar os principais fatores de parada da linha de envase, com o intuito de propor ações de melhoria. O desafio inclui influenciar ações corretivas e preventivas para adotar estratégias de melhoria contínua e aumento de produtividade.

4.3 Recursos Utilizados

A implementação começou com o levantamento dos seguintes recursos:

- Tabela de preenchimento para a linha de envase (Apêndice A);
- Elaboração da tabela de códigos (Apêndice B);
- Planilha eletrônica para cálculos;
- Treinamento dos colaboradores.

Tabela de Preenchimento: Organizada para mensurar o tempo de parada e de operação da linha de envase, preenchida diariamente pelos operadores. Como pode-se observar no anexo A, cada linha da tabela corresponde a 10 minutos. Essa estratégia foi adotada para mensurar de forma mais precisa os tempos de parada e de envase. Na parte superior fica a informação da linha de envase com o período que está sendo medido e logo abaixo as colunas correspondentes aos dias da semana. A tabela fica com os operadores por uma semana, onde eles preenchem diariamente a rotina da linha de envase descrevendo o tempo de envase, tempo de paradas programadas e paradas não programadas da envasadora.

Tabela de Códigos: Criada após brainstorming com os colaboradores para identificar os principais motivos de paradas programadas e não programadas que acontecem e prejudicam o desempenho da linha. Com os motivos identificados, criou-se categorias para as paradas não programadas durante o processo de envase como, falha mecânica, falta de matéria-prima, falha em sensores e etc. para facilitar o preenchimento da tabela.

Planilha Eletrônica: Elaborada em Excel para transpor os dados registrados manualmente pelos operadores e assim calcular perdas de utilização, disponibilidade e desempenho, gerando o cálculo do OEE.

Treinamento: Após a elaboração do material, houve o treinamento dos colaboradores para garantir o entendimento do OEE, do preenchimento da tabela e do monitoramento dos principais ofensores ao longo do tempo. A conscientização da equipe de envase foi reforçada por reuniões semanais e feedbacks diários.

Diariamente foram coletados os dados da tabela preenchidos pelo operador líder da linha de envase e repassados para a planilha eletrônica para obter os resultados diários de eficiência na linha. Com os resultados gerados, era possível analisar os

ofensores que prejudicavam o desempenho da linha. Dessa forma, além das reuniões de equipe realizadas semanalmente, houve conversas diárias com a equipe de envase no intuito de facilitar a construção de soluções para as perdas identificadas.

4.4 A linha de envase

A linha de envase analisada é destinada a produtos embalados em volumes de 15L/16L, ocasionalmente adaptada para 16L/18L. Identificaram-se atividades improdutivas e a ausência de padronização no processo de setup, causando desperdícios de tempo. Além disso, o excesso de trabalhadores na linha compromete a produtividade.

Apesar de representar uma parte significativa da produção de tintas látex em baldes, a capacidade de envase da envasadora é comprometida pelo desperdício de tempo em atividades não produtivas, o que impede a empresa de alcançar sua capacidade máxima de produção.

Para entendermos melhor o fluxo da linha de envase deste estudo, é importante destacar que ela é composta por quatro operadores, cada um com funções específicas, organizadas da seguinte maneira: o primeiro operador insere a embalagem para ser etiquetada, e esta segue pela esteira até a enchedora. Na enchedora, as embalagens recebem o volume específico de tinta e continuam pela esteira. O segundo operador, então, insere as tampas, sem a necessidade de vedação, pois um equipamento subsequente fecha as embalagens ao pressionar a tampa. Em seguida, o produto percorre a esteira até completar a formação de oito unidades acabadas, momento em que o terceiro operador, utilizando um braço mecânico, coleta os produtos e os move lateralmente para paletes devidamente posicionados. Cada palete comporta 40 produtos acabados, divididos em duas camadas de 20 embalagens cada. Após essa etapa, o quarto e último operador amarra cada camada com fitilho, permitindo a movimentação segura dos produtos com a paleteira elétrica, evitando quedas e consequentes avarias. Com o palete completo, a linha de envase prossegue até a área de armazenamento de produtos acabados.

Compreender o funcionamento do processo permite que a aplicação de ferramentas de melhoria seja mais eficiente para identificar desperdícios, gargalos e avaliar o quão produtivo está sendo o processo. No contexto deste estudo, o foco será a análise da linha de envase, que é responsável por colocar a tinta nas embalagens e encaminhá-las ao setor de distribuição da empresa.

O mapeamento do processo direciona para uma melhor organização, apontando os gargalos e as áreas críticas onde intervenções podem trazer resultados que mitiguem os problemas mais visíveis. Além disso, uma forma de monitorar a eficiência é

estabelecer indicadores fundamentais, para que o processo seja acompanhado continuamente e ações corretivas sejam implementadas, promovendo o aumento da eficiência e a otimização do desempenho da linha de envase.

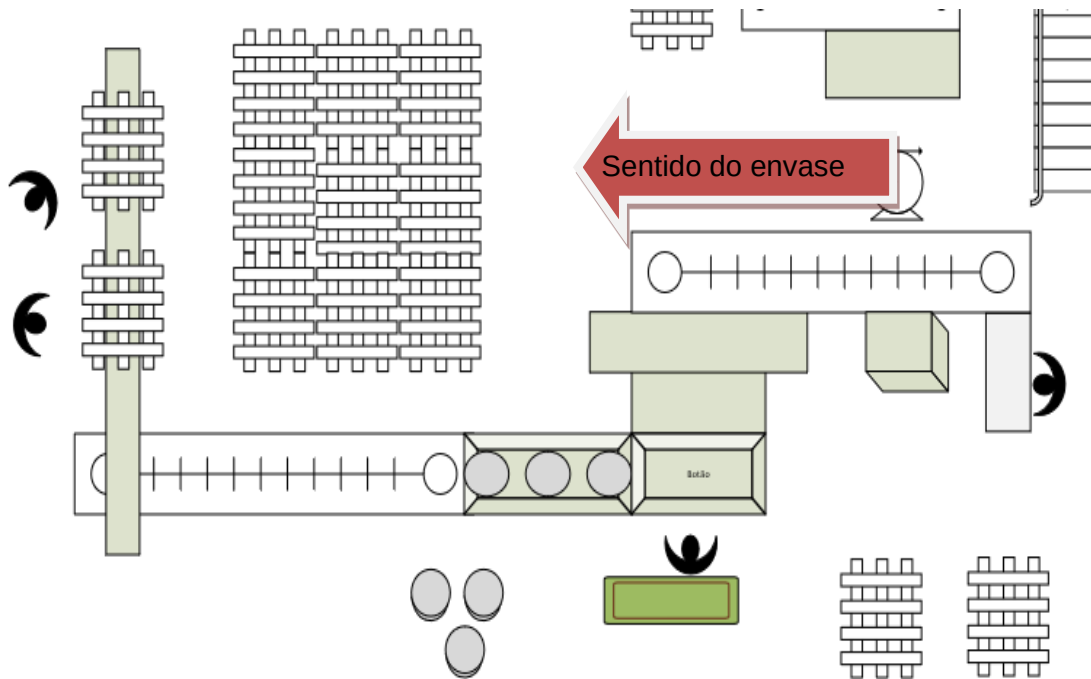


Figura 2 - Vista superior da envasadora

O fluxograma da envasadora está disposto da seguinte maneira:

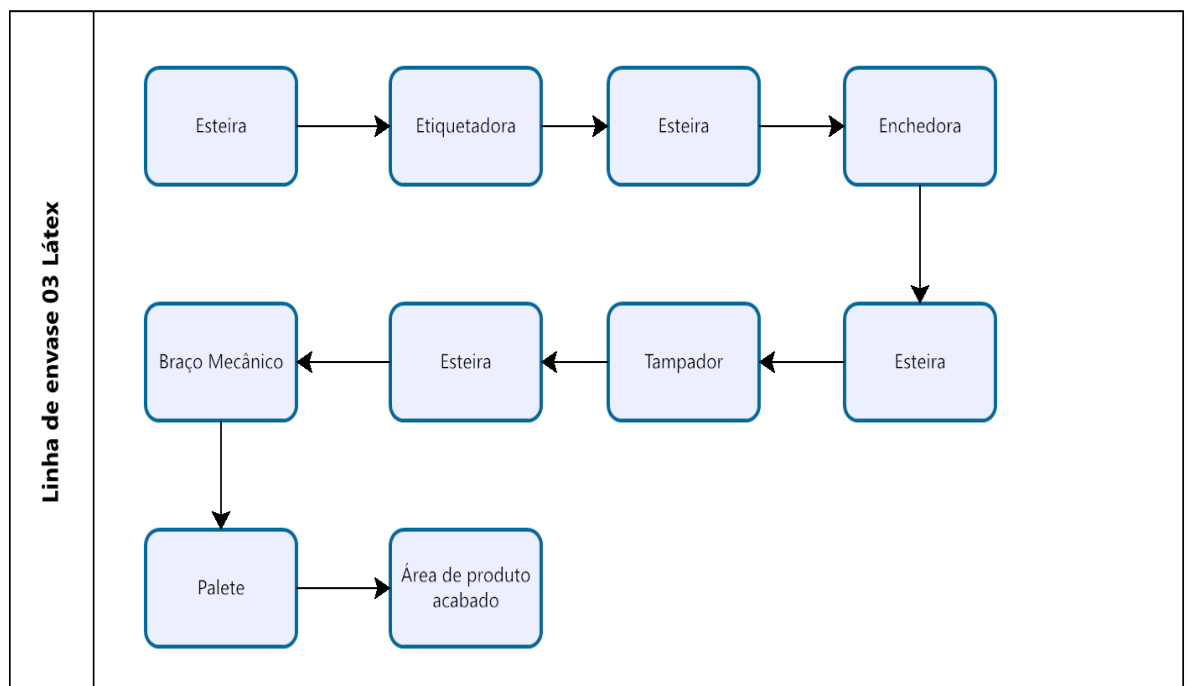


Figura 3 - Fluxograma do processo de envase

A envasadora segue um fluxograma formado pela seguinte sequência: esteira, etiquetadora, esteira, enchedora, esteira, tampador, esteira, braço mecânico, palete e saída linha de produção para a área de produtos acabados.

A partir da análise desse fluxograma, é possível entender o funcionamento da linha de envase e a importância de sua eficiência para que a envasadora tenha maior disponibilidade, qualidade e desempenho, o que, conseqüentemente, aumenta sua capacidade produtiva.

A coleta de dados foi realizada por meio do preenchimento de uma tabela (Anexo 1) pela equipe da linha de envase, que registrou todas as paradas e dificuldades no processo de envase durante reuniões diárias. Com os dados levantados ao longo do período de estudo, foi realizada a análise do desempenho da linha de envase. Esse processo incluiu o cálculo das perdas identificadas, que foram inseridas nas equações adequadas, resultando em valores absolutos para cada tipo de perda e, conseqüentemente, em percentuais para a eficiência global da linha 03 de envase de látex.

4.5 Levantamento dos Dados

Para mensurar as perdas, foram analisadas três categorias: perda de disponibilidade, perda de utilização e perda de desempenho.

4.5.1 Perda de disponibilidade

A perda de disponibilidade é caracterizada pelas paradas programadas de produção que reduziram o tempo produtivo da linha, como refeições, alocação de equipes em outras envasadoras, reuniões e treinamentos. Segue abaixo a perda de disponibilidade, em minutos, de janeiro a novembro do ano de 2023.

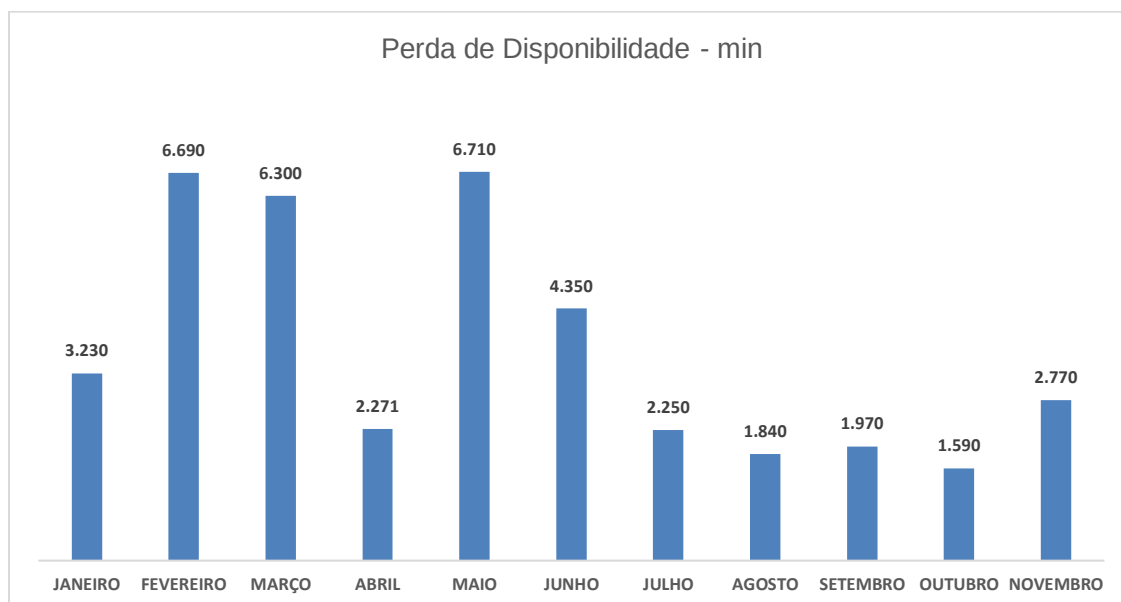


Gráfico 1 - Gráfico de perda de disponibilidade

Percebe-se pelo gráfico algumas oscilações no primeiro semestre, principalmente em fevereiro, março, maio e junho, com resultados acima dos 4 mil minutos perdidos o que reduziu o tempo produtivo da linha nos meses correspondentes. O mês de janeiro é um período atípico, pois a empresa destina parte desse tempo para a realização do inventário. Como resultado, a produção de tinta é reduzida, o que se reflete no gráfico acima, mostrando uma perda menor em comparação ao mês de fevereiro.

A seguir, o gráfico apresenta os principais ofensores responsáveis pela perda de disponibilidade que impactaram a linha de envase.

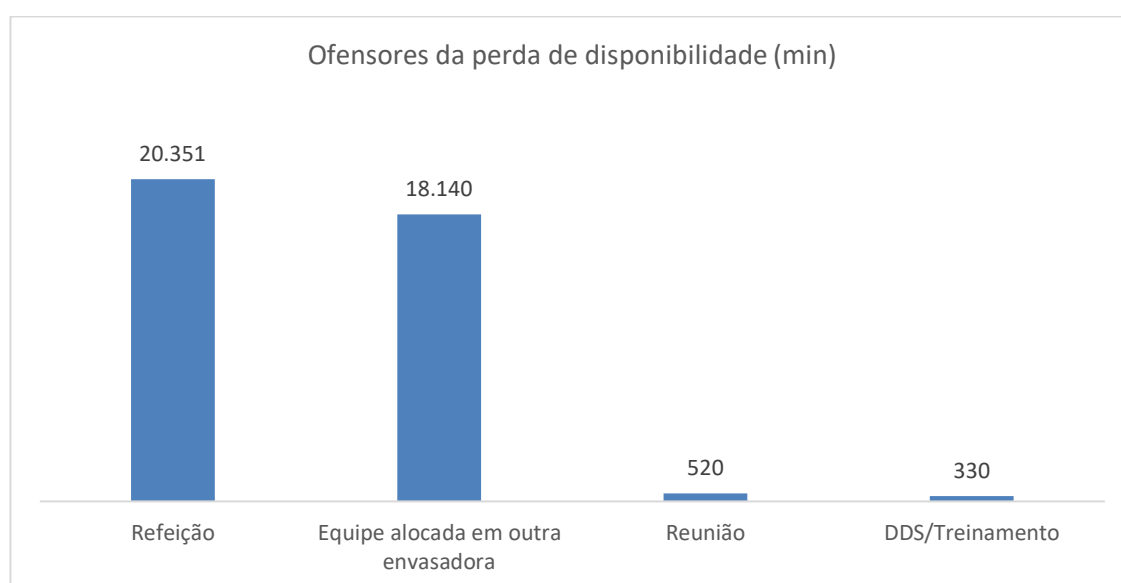


Gráfico 2 - Ofensores da perda de disponibilidade

Analisando os 4 principais ofensores mostrados no gráfico acima:

- **Refeição:** a fábrica opera em 3 turnos, isso faz com que a linha de envase tenha três paradas para refeição, prejudicando bastante a produtividade e a eficiência da linha. Para solucionar o problema, foi sugerido que houvesse revezamento entre equipes no horário da refeição, ou seja, quando a equipe da linha de envase fosse para o refeitório, outra equipe assumiria a linha de envase para que ela não parasse e houvesse continuidade da operação. Isso contribuiu significativamente para redução do tempo perdido devido à refeição.
- **Equipe em outra envasadora:** A linha de envasamento em estudo é projetada para envasamento de balde 15L/18L de plástico e 15L/16L/18L de lata metal. Porém, apesar de ser adaptada para embalagem de metal, o tempo de setup para transformar a linha apta para envase de lata é muito extenso. Raramente se faz o setup da linha para o envase de embalagem de metal. A equipe é alocada para outra envasadora quando ela bate sua meta diária, com isso, a equipe é alocada para o atingimento de meta ou quando não há ordens de produção liberadas para embalagem de balde plástico de 15L/18L.
- **Reunião:** São realizadas reuniões para informar os resultados dos indicadores obtidos pela área industrial. Além de ser proposta formas de melhorar os resultados e quais são os obstáculos e ofensores para alcance desses resultados.
- **DDS/Treinamento:** Os DDS's são conversas de segurança realizadas com a operação visando reduzir os atos inseguros identificados pela área de segurança, a fim de evitar se tornar um acidente, prejudicando a integridade física e emocional do funcionário. Os treinamentos realizados com os colaboradores são referentes à melhoria da operação.

4.5.2 Perda de utilização:

A perda de utilização é caracterizada pelas paradas não programadas devido a quebras de máquina, como o setup, falta de ordens de produção, falta de energia e espaço no armazenamento. Segue abaixo a perda de utilização, em minutos, de janeiro a novembro do ano de 2023.

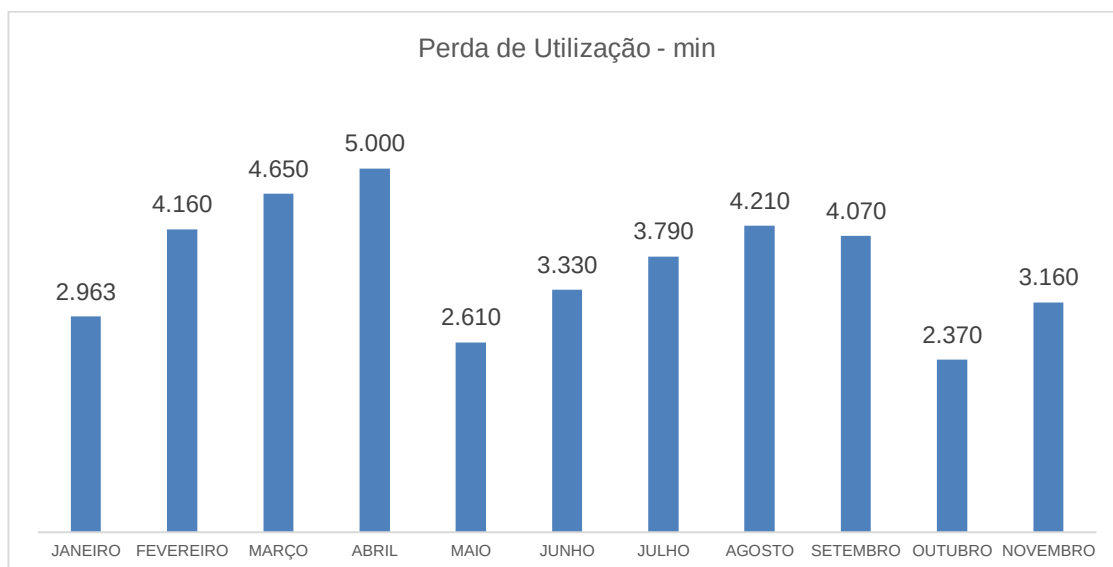


Gráfico 3 - Perda de Utilização

No gráfico de barras acima, percebe-se que esse tipo de perda ainda não está muito bem controlado. No segundo semestre, os resultados, apesar de apresentarem o gráfico que ainda varia bastante, mas há uma redução na perda de tempo de utilização. Os resultados de cada mês apresentam algumas variações de processo que atrapalharam bastante a linha de envase. Segue abaixo o gráfico dos 4 principais ofensores da linha de envase por perda de utilização.

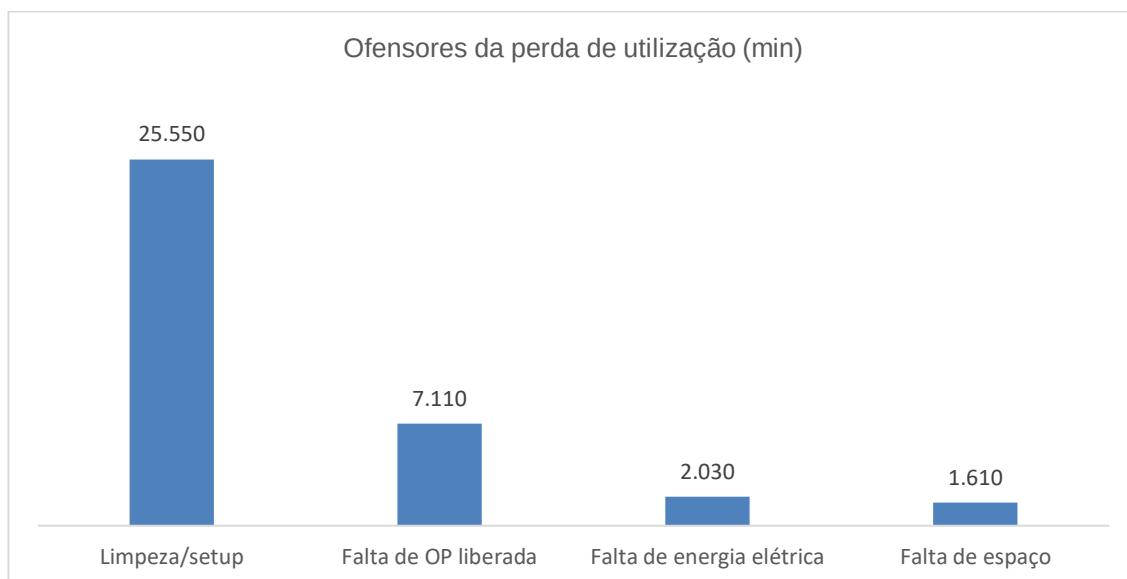


Gráfico 4 - Ofensores da perda de Utilização

- **Setup:** O setup foi classificado como uma parada não programada devido ao potencial de redução significativa do seu tempo. Como estratégia da área industrial, medidas foram implementadas, como a produção de tintas das cores mais claras para as mais escuras, evitando a necessidade de lavar a linha de

envase a cada setup. A prioridade foi manter a linha dedicada ao envase da tinta branca. Além disso, ações foram tomadas para reduzir o tempo de lavagem do reservatório de tinta, buscando no mercado um modelo autolimpante.

- Falta de ordem de produção (OP) liberada: Este ofensor está relacionado a problemas no processo de fabricação que atrasaram a liberação da tinta para a linha de envase. Para resolver esse problema, as áreas de controle de qualidade e pesquisa e desenvolvimento foram envolvidas, com o objetivo de evitar a repetição dessas situações.
- Falta de energia elétrica: Durante o ano, ocorreram algumas quedas de energia, principalmente devido às fortes chuvas que afetaram a região metropolitana do Recife. Como solução, foi planejada, em conjunto com as áreas de Manutenção e Projetos, a expansão do uso de geradores para toda a fábrica, em vez de pontos isolados.
- Falta de espaço: Este ofensor refere-se à gestão da saída dos produtos acabados da fábrica. A equipe de logística é responsável por retirar os produtos da área de produção para armazenamento e faturamento. A falta de espaço na área de produtos acabados causou a paralisação da linha de envase, já que a saída dos itens estava mais lenta do que a produção. Após reuniões com a equipe de logística, houve um alinhamento para otimizar o processo e acelerar a retirada dos produtos envasados.

4.5.3 Perda de desempenho:

A perda de desempenho é quando a linha está operando abaixo de sua capacidade máxima devido a problemas como queda na pressão do ar comprimido, falha nos bicos injetores e viscosidade da tinta. Segue abaixo a perda de desempenho, em minutos, de janeiro a novembro do ano de 2023.

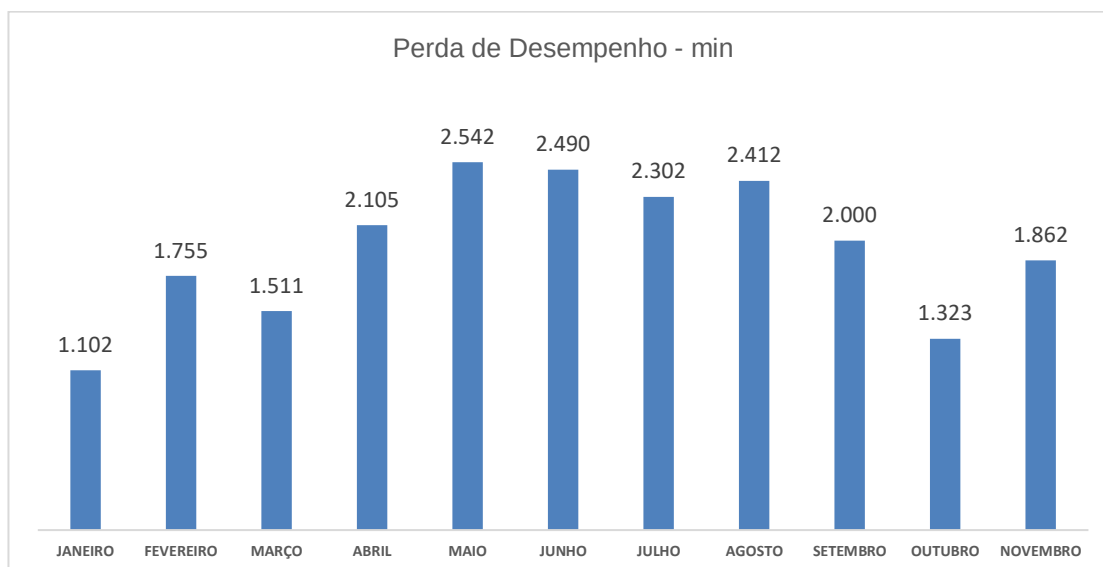


Gráfico 5 - Perda de Desempenho

Nos resultados do gráfico acima, percebe-se que o período de abril a setembro tem uma perda mensal igual ou maior que 2 mil minutos. Afetando negativamente o desempenho e a produtividade da linha de envase. Para obtenção da perda de desempenho em tempo (minutos) foi utilizada a equação 9.

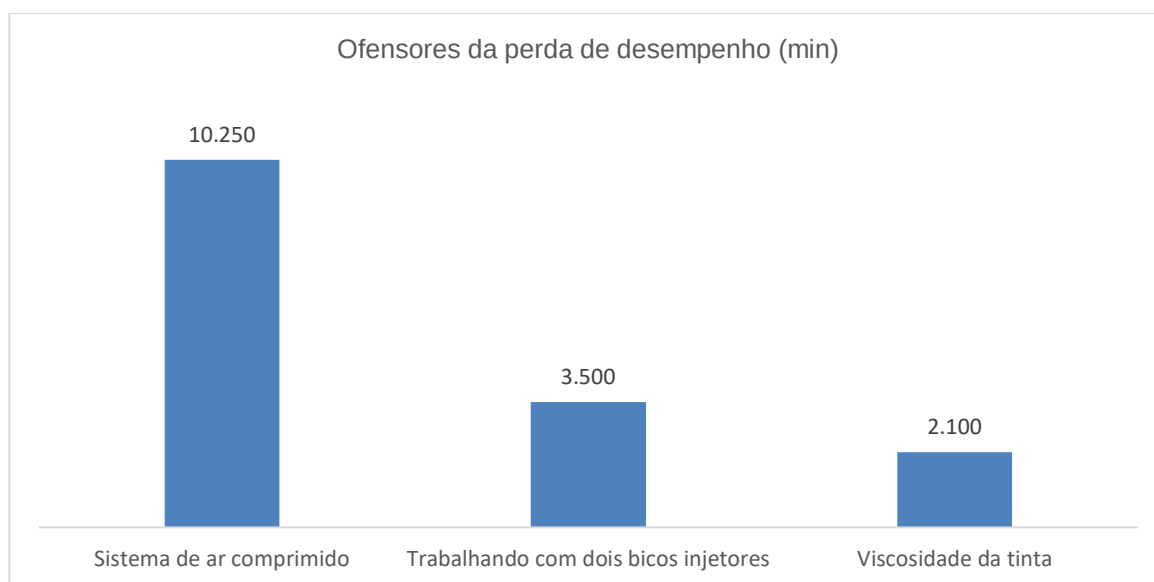


Gráfico 6 - Ofensores da perda de desempenho

- Sistema de ar comprimido: entre abril e setembro, os resultados da perda de desempenho de envase fica acima dos 2 mil minutos perdidos na produção que foram influenciados por alguns fatores, mas como principal ofensor tivemos a variação na pressão de ar comprimido fazendo a linha ter um desempenho menor que o desempenho teórico. A baixa pressão do ar comprimido se deu por queda de pressão do sistema de ar comprimido e pela presença de água nas mangueiras de ar

comprimido. Para mitigar esse ofensor, foram intensificadas as rotas de purga da água do sistema de ar comprimido para retirada de água das mangueiras e a implementação do secador em um dos compressores que faltava esse equipamento.

- Trabalhando com dois bicos injetores: toda a linha de envase é alimentada pelo sistema de ar comprimido com a queda de pressão do ar comprimido, em consequência disso, os componentes mecânicos perdem desempenho e entre eles os bicos injetores são afetados e operam em sua capacidade baixa ou um dos bicos deixa de funcionar. Apesar da linha de envase não parar, sua capacidade de envase fica comprometida por não entregar aquilo que realmente pode entregar. A diferença entre os dois ofensores, o sistema de ar comprimido e trabalhando com dois bicos injetores, é que no primeiro não houve parada de nenhum dos bicos injetores, apenas redução do desempenho da linha. Para mitigar esse problema, as ações tomadas foram as mesmas que a do primeiro ofensor.
- Viscosidade da tinta: o resultado desse ofensor foi inesperado. Através da análise do que motivou a redução do desempenho por esse motivo. Identificamos que os tanques mais distantes da linha de envase e que as tintas que tinham viscosidade mais alta tinham uma perda. No processo de envase, há uma bomba que fica próxima ao reservatório de tinta da envasadora que puxa a tinta do tanque e envia para esse reservatório. Porém, a bomba não tem potência que consiga manter o desempenho para tanques que estejam mais distantes. Para mitigar esse ofensor foram sugeridas ações como priorizar a fabricação de tintas com maior viscosidade em tanques mais próximos à linha de envase, e para situações em que não seja possível esse cenário, colocar uma bomba intermediária entre o tanque e a bomba da envasadora para que não se tenha uma perda significativa do desempenho.

Apesar de todas as dificuldades apresentadas acima. A linha teve um significativo volume de litros envasados. Segue o gráfico de barras, com os volumes mensais envasados durante o ano de 2023 da envasadora em estudo.

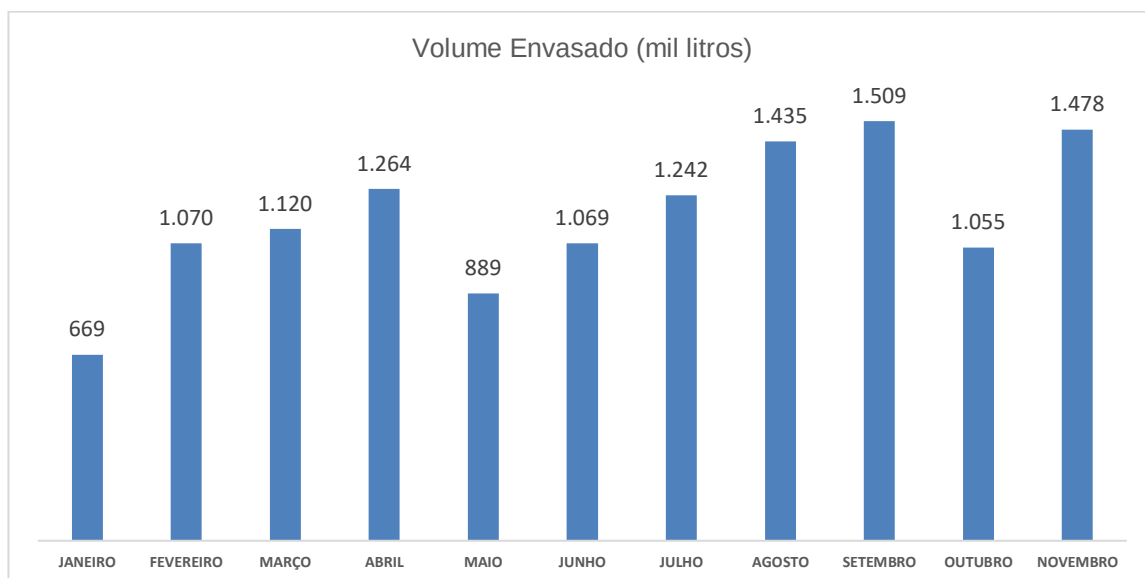


Gráfico 7 - Volume de envase

Com exceção dos meses de janeiro e maio, a linha de envase superou a marca de 1 milhão de litros envasados, sendo importante ressaltar que, em janeiro, há um período de parada devido ao inventário. Esse desempenho destaca a relevância da envasadora para o cumprimento das metas de volume da empresa. A seguir, é apresentado o resultado do indicador OEE, conforme mostrado no gráfico:

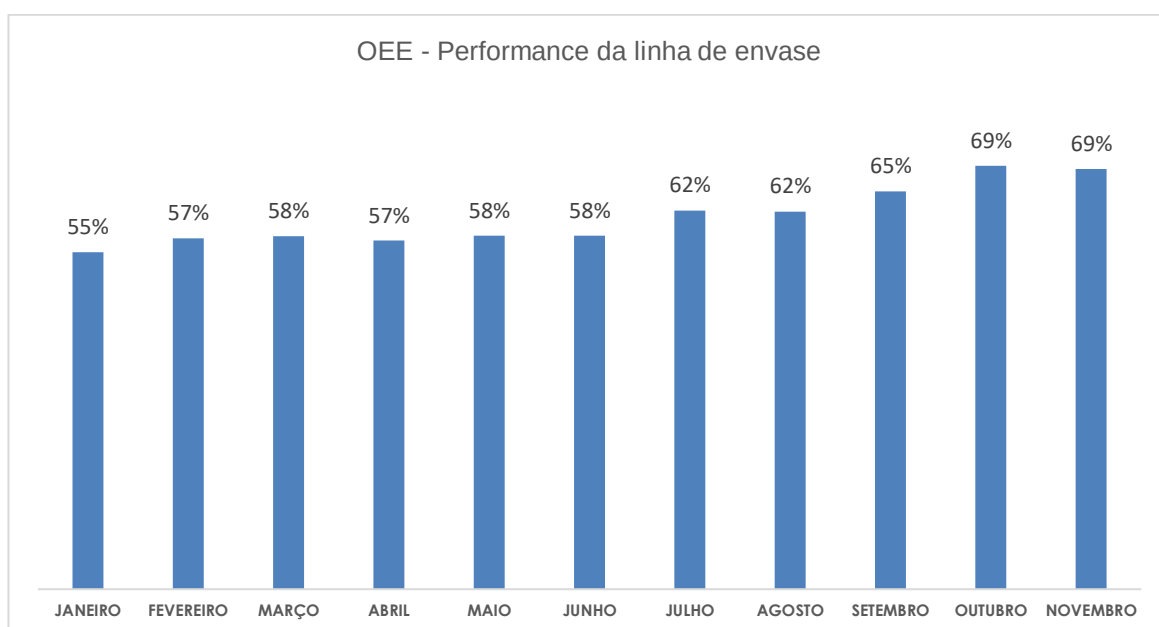


Gráfico 8 - Resultado do OEE

4.6 Análise do OEE

A análise do OEE da linha de envase 03 - Látex da fábrica revelou uma tendência de alto desempenho ao longo do primeiro ano de implementação. Embora

tenham ocorrido variações nas perdas de tempo relacionadas à disponibilidade, utilização e desempenho, essas flutuações foram esperadas, uma vez que os operadores ainda estavam se familiarizando com a ferramenta. Além disso, muitos ofensores imprevistos foram identificados, exigindo a rápida criação de planos de ação para mitigar as perdas.

Com base nos dados coletados, foi possível identificar diversas oportunidades de melhoria que não demandaram investimentos financeiros. A equipe focou em soluções simples e de baixo custo, que proporcionaram grandes retornos, atuando sobre causas que poderiam ser resolvidas imediatamente. Comparando os resultados de janeiro a novembro de 2023, houve uma melhora substancial no desempenho da linha de envase, que subiu de 55% em janeiro para 69% em novembro.

Ao longo da implementação da metodologia, esta foi integrada ao cotidiano da fábrica, ganhando aceitação por parte dos operadores. Eles compreenderam a importância do indicador de eficiência no processo de envase e perceberam como o registro preciso das informações trouxe resultados expressivos, facilitando as operações. Foram implementadas ações corretivas para cada tipo de perda identificado. As paradas programadas e não programadas revelaram a necessidade de uma manutenção mais aprofundada em alguns componentes da máquina, exigindo uma revisão das práticas de manutenção preventiva.

Apesar dos resultados positivos, foi identificado que ainda há necessidade de investimentos em uma estrutura mais avançada, com software e sensores, para automatizar a análise da linha de envase. Atualmente, o processo é feito manualmente, o que pode levar a falhas de registro por distração ou sobrecarga de trabalho na produção. Com a automação, essas falhas seriam minimizadas, aumentando a precisão dos dados e a eficiência da análise.

Uma mudança importante foi realizada nos turnos de refeição, resultando em uma significativa redução do tempo de inatividade da linha. Anteriormente, a linha ficava parada durante as refeições, mas, com o novo revezamento de equipes, a linha continua operando, aumentando o volume diário de tintas envasadas.

O maior ofensor da perda de desempenho foi o sistema de ar comprimido, que apresentou problemas recorrentes devido à condensação de água nas mangueiras, afetando a eficiência da linha. A área de manutenção identificou a ausência de um secador em um dos compressores, o que resultava em um problema contínuo. A equipe implementou rotas de purga para minimizar a quantidade de água no sistema, e a solução definitiva será a instalação de um secador no compressor, melhorando a eficiência e prevenindo a condensação.

Em relação às perdas por utilização, observou-se que as paradas não programadas estavam diretamente ligadas ao volume de produção. Quanto mais a linha produzia, mais paradas eram registradas. Para reduzir essas perdas, a equipe propôs um aumento nas manutenções preventivas, antecipando problemas e minimizando o tempo de inatividade.

Por fim, a aplicação de conceitos de Engenharia de Produção pode ser fundamental para melhorar a eficiência operacional da linha de envase da empresa. Em primeiro lugar, a Engenharia da Manutenção pode otimizar o planejamento das manutenções, realizando uma análise aprofundada da política de manutenção vigente. Isso permitirá à equipe definir estratégias mais eficazes, como a implementação de substituições preventivas, substituições em bloco e inspeções periódicas. Ao adotar essa abordagem, a assertividade da equipe de manutenção será aprimorada, resultando em uma maior eficiência da linha de envase e na redução de paradas inesperadas, que impactam diretamente a produtividade.

Além disso, a gestão de estoques e logística também desempenha um papel crucial. O estudo identificou que a falta de espaço para produtos acabados causou interrupções na produção. A implementação de práticas de Just-in-Time (JIT), juntamente com a otimização da cadeia de suprimentos, pode melhorar significativamente o fluxo de saída de produtos. Com um sistema logístico mais eficiente, a linha de envase poderá operar de maneira contínua, minimizando o risco de paradas devido à falta de espaço e garantindo que a produção atenda à demanda do mercado de forma mais ágil. Assim, a combinação de uma gestão de manutenção eficiente e práticas logísticas otimizadas pode levar a um aumento significativo na produtividade e na eficiência da operação da empresa.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo central a análise da implementação do indicador de Eficiência Global do Equipamento (OEE) na linha de envase da indústria de tintas e revestimentos, com o intuito de identificar oportunidades de melhoria e otimização do processo produtivo. Este tema se revela extremamente relevante em um cenário industrial cada vez mais competitivo, onde a eficiência operacional, a capacidade de produção e a redução de desperdícios são fatores cruciais para garantir a sustentabilidade, a lucratividade e o crescimento contínuo das empresas.

Durante a análise, a empresa conseguiu identificar de forma clara o desperdício de tempo presente em seu processo de envase, o que resulta em improdutividade e ociosidade tanto para os colaboradores quanto para a linha de envase em determinados momentos. Essa percepção fez com que a empresa compreendesse a importância de, antes de realizar novos investimentos, focar na mitigação dos desperdícios existentes em seus processos fabris. Esse é um avanço significativo, pois permite que a organização adote uma postura mais estratégica em relação aos seus recursos e ao planejamento de melhorias operacionais. Como parte dessa reavaliação, a liderança do setor industrial decidiu implementar metodologias de produção enxuta e Total Productive Maintenance (TPM), visando mitigar as perdas ocultas e aumentar a eficiência da linha de envase.

Os resultados obtidos ao longo do estudo foram bastante encorajadores, evidenciando uma tendência positiva na performance da linha de envase. Especificamente, foi possível observar um aumento significativo na eficiência, que se elevou de 55% em janeiro para 69% em novembro de 2023. Essa evolução não apenas reflete o comprometimento e a aceitação da nova metodologia pelos operadores, mas também indica a eficácia das ações corretivas que foram implementadas para mitigar as perdas identificadas ao longo do processo. Tais resultados são particularmente significativos, uma vez que demonstram o impacto positivo da aplicação do OEE na cultura de eficiência da empresa.

Entretanto, é importante reconhecer algumas limitações que marcaram este estudo. A dependência de registros manuais, por exemplo, pode ter gerado erros de apontamento e lacunas de dados, o que, por sua vez, prejudica a análise da eficiência de maneira mais precisa e em tempo real. Essa questão ressalta a necessidade de se buscar soluções que automatizem o processo de coleta de dados, minimizando a interferência humana e aumentando a confiabilidade das informações geradas.

As dificuldades enfrentadas durante a implementação do OEE também merecem destaque. Variáveis como a falta de familiaridade dos operadores com a nova metodologia e a descoberta de ofensores não previstos exigiram a criação rápida de

planos de ação. Essas situações desafiadoras, embora complexas, foram tratadas de forma dinâmica pela equipe, permitindo um aprendizado significativo e a adaptação ao novo contexto operacional.

Para trabalhos futuros, é sugerida a realização de uma análise ainda mais aprofundada da política de manutenção da empresa. A incorporação da Engenharia da Manutenção pode ser um caminho promissor para otimizar o estoque de componentes e estabelecer estratégias de manutenção mais eficazes, como substituições preventivas, substituições em bloco e inspeções periódicas. Além disso, a implementação de práticas de gestão de estoques e logística, como o Just-in-Time (JIT), poderá contribuir de maneira significativa para a minimização de interrupções na produção, garantindo que a linha de envase opere de forma contínua e eficiente.

Em suma, este trabalho não apenas oferece uma visão detalhada da aplicação do OEE na linha de envase da indústria de tintas e revestimentos, mas também serve como um importante ponto de partida para futuras investigações e implementações de melhorias contínuas. Com as ações propostas, a empresa poderá não apenas aprimorar sua performance operacional, mas também se fortalecer em sua posição no mercado, garantindo sua competitividade e sustentabilidade a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- Busso, C. (2013). **The impact of Overall Equipment Effectiveness (OEE) on manufacturing performance: Empirical evidence from the Brazilian automotive industry.** *International Journal of Production Economics*, 142(1), 1-12.
- Caplice, C., & Sheffi, Y. (1995). **A review and evaluation of logistics metrics.** *The International Journal of Logistics Management*, 6(1), 61-76.
- Caridade, C. M. (2006). **Indicadores de desempenho como ferramenta de gestão. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial**, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Charaf, A., & Ding, H. (2015). **A survey on the applications of the OEE (Overall Equipment Effectiveness) concept along with its limitations.** *Computers & Industrial Engineering*, 87, 34-49.
- Chiaradia, A. J. F. (2004). **Implantação do sistema de medição de desempenho global do equipamento (OEE) em uma indústria automobilística. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção**, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil.
- CHOW, Garland; HEAVER, Trevor; HENRIKSSON, Lennart. **Logistics Performance: Definition and Measurement.** *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, [s. l.], 1 fev. 1994.
- Corrales, Lisbeth; Lambán, María; Morella, Paula; Royo, Jesús; Catalán, Juan; Korner, Mario. **Developing and Implementing a Lean Performance Indicator: Overall Process Effectiveness to Measure the Effectiveness in an Operation Process.** *Machines* 2022, 10(2), 133; <https://doi.org/10.3390/machines10020133>, [s. l.], 12 mar. 2022.
- Deming, W. E. (1986). **Out of the Crisis.** Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study.
- PORTER, Michael E. **Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústria e da concorrência.** 7. ed. [S. l.]: Rio de Janeiro, 1986.
- Garza-Reyes, J. A. (2015). **The integration of Lean, Six Sigma and sustainability: An analysis based on the critical literature review.** *Journal of Cleaner Production*, 86, 1-17.
- Godoy, A. S. (2009). **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades.** *Revista de administração de empresas*, 49(1), 64-71.
- Gupta, S., & Garg, R. (2012). **An integrated framework for measuring and enhancing equipment effectiveness in manufacturing industries.** *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 63(9-12), 1251-1263.

Hansen, J. D. (2006). **Overall equipment effectiveness (OEE): A powerful production/maintenance tool for the 21st century**. Norfolk: Industrial Press Inc.

Helleno, André; LIMA, Carlos; MACHADO, Rafaela. **Análise da eficiência operacional de uma linha de produção da indústria de laticínios por meio do indicador de Eficiência Global de Equipamentos (Overall Equipment Effectiveness)**. Exacta ? EP, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 635-644, 2016., [s. l.], 2016.

Herron, D., & Hicks, C. (2008). **The transfer of lean manufacturing to the supply chain: theoretical perspectives**. International Journal of Manufacturing Technology and Management, 15(1), 21-34.

Holweg, M. (2007). **The genealogy of lean production**. Journal of Operations Management, 25(2), 420-437.

Huge, R. F. (1990). **Total quality management: The key to business improvement**. AMACOM.

Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). **Defining and measuring truck loading and unloading efficiency**. International Journal of Production Economics, 59(1-3), 253-259.

Jonsson, Patrik; Lesshammar, Magnus. **Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems ? the role of OEE**. International Journal of Operations & Production Management, [s. l.], 1 jan. 1999.

Kipper, Cristiano; Müller, Cláudio. **Indicadores de desempenho: implantação do OPE (Overall Process Effectiveness)**. Submetido ao Periódico Revista Produção, [s. l.], 2011.

Lages, L. F., & França, A. C. C. (2010). **Gestão de operações e logística: Textos e casos**. São Paulo: Atlas.

Lages, Raphael; França, Sergio. **Definição e análise de indicadores através do conceito do Triple Bottom Line**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente, [s. l.], 12 out. 2010.

Lopes, Tayana; Frota, Claudio. **Aplicação dos conceitos do Lean Manufacturing para melhoria do processo de produção em uma empresa de eletrodomésticos: um estudo de caso**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção, [s. l.], 16 out. 2015.

MACEDO, Douglas Figueiredo; UTIYAMA, Marcel Ribeiro; CINTRA, Paula Fernanda; PINHO, Ana Carolina de Aguiar; LOPES, Denise Guelli. **Utilização do índice de eficiência global de equipamentos para diagnóstico e melhoria do desempenho produtivo: um estudo de caso**. XXXV Encontro Nacional de

Engenharia de Produção Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção, [s. l.], 13 out. 2015.

Madanhire, I., & Mbohwa, C. (2015). **An integrated Lean Six Sigma model and its application to the foundry industry**. Procedia Manufacturing, 2, 102-107.

Maideen, H., Sivapirakasam, S., & Rajamohan, G. (2016). **A study on the effects of Overall Equipment Effectiveness (OEE) on production efficiency: A case of a manufacturing industry**. International Journal of Engineering Research & Technology, 5(12), 85-92.

Martins, Roberto; Neto, Pedro. **Indicadores de desempenho para a gestão pela qualidade total: uma proposta de sistematização**. G&P Gestão e Produção, [s. l.], dez. 1998.

Miranda, L. C. (2002). **Gestão Estratégica: a fórmula do sucesso empresarial**. São Paulo: Atlas.

Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). **Performance measurement system for maintenance: a case study**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 14(3), 258-276.

Muchiri, P.; Pintelon, L. **Medição de Desempenho Usando a Eficácia Geral do Equipamento (OEE): Revisão da Literatura e Discussão de Aplicação Prática**. Int. J.Prod. Res. 2008, 46.

Nakazato, M. (1999). **Introduction and promotion of TPM**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 5(2), 99-114.

Neely, A. (1995). **The performance measurement revolution: Why now and what next?** International Journal of Operations & Production Management, 15(4), 80-88.

Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (2005). **Performance measurement system design: A literature review and research agenda**. International Journal of Operations & Production Management, 25(12), 1228-1263.

Ohno, T. (1997). **Toyota production system: Beyond large-scale production**. Productivity Press.

RAPOSO, Cristiane. **Overall Equipment Effectiveness: Aplicação em uma empresa do setor de bebidas do pólo industrial de Manaus**. Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção, [s. l.], 2011

SANTOS, Pedro Vieira. **Aplicação do indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE): Um estudo de caso numa Retífica e Oficina Mecânica**. Brazilian Journal of Production Engineering, [s. l.], 2018.

Schonberger, R. J. (2007). **World class manufacturing: The lessons of simplicity applied**. Simon and Schuster.

Shingo, S. (1996). **Zero quality control: Source inspection and the poka-yoke system**. Productivity Press.

Silva, Elias; Lima, Edson. **O estudo de indicadores de desempenho sob o enfoque da gestão estratégica organizacional**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 10, nº 3, jul-set/2015, p. 159-175, [s. l.], 28 maio 2015.

SOUSA, Joseeldípio; CORRER, Ivan. IX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO. **Benefícios da Implantação do OEE (Overall Equipment Effectiveness) em uma linha de produção de uma empresa metalúrgica**, [s. l.], 4 dez. 2019.

Souza, Marcos; Lima, Diego; Eidelwein, Fabricio; Flores, Giuliano; Piovesan, Lia. **Aplicação de indicador de eficiência global em um processo de produção de poliestireno**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção, [s. l.], 16 out. 2015.

Suzuki, T. (1994). **TPM en proceso: un camino hacia la mejora continua**. México: Productividad Total.

Suwignjo, P.; Bititci, U.S. **Quantitative models for performance measurement system**. International Journal of Production Economics. v. 64, n.1, p. 231-241, 2000.

Talluri, S.; Narasimhan, R. **A methodology for strategic sourcing**. European Journal of Operational Research. v. 154, p. 236-250, 2004.

Tang, C.S. **Perspectives in supply chain risk management**. International Journal of Production Economics. v. 103, p.

VENDAS de tintas cresceram 3,4% em 2023. **Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas - ABRAFATI**, [S. l.], 1 fev. 2024. Disponível em: <https://abrafati.com.br/vendas-de-tintas-cresceram-34-em-2023/#:~:text=Na%20compara%C3%A7%C3%A3o%20com%202022%2C%20as,do%20que%20no%20ano%20anterior>. Acesso em 01 de out de 2024.

APÊNDICE A – TABELA DE PREENCHIMENTO DA EQUIPE DE ENVASE

OPE - EFICIÊNCIA DA ENVASADORA										Envasadora		03 - látex	
Início	Término	Segunda		Terça		Quarta		Quinta		Sexta		Sábado	
		Código	Observação	Código	Observação	Código	Observação	Código	Observação	Código	Observação	Código	Observação
06:00	06:10												
06:10	06:20												
06:20	06:30												
06:30	06:40												
06:40	06:50												
06:50	07:00												
07:00	07:10												
07:10	07:20												
07:20	07:30												
07:30	07:40												
07:40	07:50												
07:50	08:00												
08:00	08:10												
08:10	08:20												
08:20	08:30												
08:30	08:40												
08:40	08:50												
08:50	09:00												
09:00	09:10												
09:10	09:20												
09:20	09:30												
09:30	09:40												
09:40	09:50												
09:50	10:00												
10:00	10:10												
10:10	10:20												
10:20	10:30												
10:30	10:40												
10:40	10:50												
10:50	11:00												
11:00	11:10												
11:10	11:20												
11:20	11:30												
11:30	11:40												
11:40	11:50												
11:50	12:00												
12:00	12:10												
12:10	12:20												
12:20	12:30												
12:30	12:40												
12:40	12:50												
12:50	13:00												
13:00	13:10												
13:10	13:20												
13:20	13:30												
13:30	13:40												
13:40	13:50												
13:50	14:00												

Tabela 1 - Tabela de preenchimento da equipe de envase

APÊNDICE B – LISTA DE CÓDIGOS DA PARADA

A - Problemas de manutenção	
Código	Motivo
A1	Defeito na esteira
A2	Defeito na etiquetadora
A3	Defeito na bomba
A4	Defeito nos dosadores
A5	Defeito nas balanças
A6	Defeito no tampador
A7	Troca de garra
A8	Defeito no sensor
A9	Defeito no braço paletizador
A10	Defeito na válvula (Braço paletizador)
A11	Baixa pressão no ar comprimido
A12	Defeito na corrente do braço mecânico
A13	Desgaste na régua da garra paletizadora
A14	Quebra da correia do motor – túnel de encolhimento
A15	Falta de sincronia do pistão de envase e válvula pneumática
A16	Defeito na faca seladora
A17	Desgaste na pastilha de freio
A18	Defeito no rolamento da lona transportadora
A19	Defeito na válvula pneumática
A20	Queima de resistência
A21	Troca da faca seladora
A22	Problema com a mangueira do ar comprimido
A23	Entupimento da válvula
A24	Problema com a célula de carga da envasadora
A25	Princípio de incêndio no equipamento
A26	Quebra de botão para liberação do envase
A27	Falta de ar comprimido
A28	Vazamento na tubulação
A29	Outros (especificar)

E - Falta de produtos	
Código	Motivo
E1	Falta de programação
E2	Demora na análise do LCQ
E3	Produto reprovado

B - Setup e ajustes de processo	
Código	Motivo
B1	Lubrificação
B2	Ajuste no tampador
B3	Reposicionamento de etiquetas
B4	Defeito nas embalagens
B5	Limpeza de embalagens
B6	Retirada de embalagens avariadas
B7	Limpeza/setup
B8	Temperatura de seladora
B9	Troca de bobina plástica
B10	Limpeza de malha
B11	Dificuldade para chegar na cor padrão
B12	Ajuste do semi elaborado
B13	Divergência entre cadastros e itens
B14	Reprovação de item
B15	Entupimento de peneira tubular de moinho
B16	Demora na definição de recuperação

C - Paradas programadas	
Código	Motivo
C1	Manutenção mecânica programada
C2	Manutenção elétrica programada
C3	DSM/Treinamento
C4	Troca de turno
C5	Evento na empresa
C6	Reunião
C7	Produção de lote experimental

D - Falta de recursos	
Código	Motivo
D1	Falta de paletes
D2	Problema com matéria-prima (Especificar)
D3	Falta de matéria-prima (Especificar)
D4	Problemas com embalagens (Especificar)
D5	Falta de embalagens (Especificar)
D6	Falta de etiquetas
D7	Falta de cordão
D8	Mangote indisponível
D9	Falta de empilhadeira
D10	Falta de equipe
D11	Falta de coletor (para bipar)
D12	Falta de OP pesada
D13	Falta de água
D14	Falta de coletor
D15	Atraso na pesagem na sala de controle
D16	Atraso no almoxarifado
D17	Falta de espaço
D18	Falta de energia elétrica
D19	Falta de OP disponível para separação
D20	Falta de tampa

Figura 4 - Lista de Códigos de paradas